

Desain dan implementasi pengukuran parameter lingkungan dengan Raspberry Pi sebagai node

Agvion Virsaw, Isnain Gunadi dan Kusworo Adi

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: agvionvirsaw@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Environment is a system that greatly affects the growth and development of organisms. In this earthly life, the environmental factors such as temperature, humidity and light intensity is an element which greatly affect humans, animals and plants to be able to adapt to its environment. Pollutants in the environment will be different in a place where others because of their conditions of temperature, humidity and lighting that will bring great influence in the spread of pollution, both in the local scale (the environment) or regional scale (environmental and vicinity). The effects of air pollution is the result of adverse impact on the environment, human health, and many living things on earth. Air pollution is a disorder that most complaints by the people. By making measurements of environmental parameters monitoring tool with LDR sensor for measuring changes in light, and DHT11 to measure changes in temperature and humidity that will be processed by the Raspberry Pi which is then displayed on a 16x2 LCD interface and stored in the database. Expected to monitor environmental parameters in real time. Some of the variables resulting from the environmental parameter measurement system with Raspberry Pi as a node such as temperature, humidity, and light intensity in the environment. The results of the data obtained by the sensor readings performed by the Raspberry Pi has a fairly good accuracy of $\pm 2^0$ C for temperature, $\pm 5\%$ RH for humidity, and $\pm 4,3$ Lux intensity. The result shows that the system is running well.

Keyword : LDR Sensor, DHT11, LCD 16x2, Raspberry Pi, Database

ABSTRAK

Lingkungan merupakan suatu sistem yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme. Dalam kehidupan di bumi ini faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya merupakan sebuah unsur yang sangat mempengaruhi manusia, hewan dan tumbuhan untuk dapat beradaptasi dengan lingkungannya. Pencemaran udara di lingkungan akan berbeda pada suatu tempat dengan tempat yang lain karena adanya kondisi suhu, kelembaban dan pencahayaan yang akan membawa pengaruh besar dalam penyebaran pencemaran, baik dalam skala lokal (lingkungan tersebut) atau skala regional (lingkungan dan sekitarnya). Efek yang ditimbulkan dari hasil pencemaran udara ini memberikan dampak yang merugikan bagi lingkungan, kesehatan manusia, dan berbagai makhluk hidup di bumi. Pencemaran udara merupakan gangguan yang paling banyak dikeluhkan oleh masyarakat. Dengan membuat alat monitoring pengukuran parameter lingkungan dengan sensor LDR untuk mengukur perubahan Cahaya, dan DHT11 untuk mengukur perubahan suhu, dan kelembaban yang akan diproses oleh Raspberry Pi yang kemudian ditampilkan pada antarmuka LCD 16x2 dan disimpan pada database. Diharapkan mampu memonitoring parameter lingkungan secara real time. Beberapa variabel yang dihasilkan dari sistem pengukuran parameter lingkungan dengan Raspberry Pi sebagai node yaitu suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang ada di lingkungan. Hasil data yang didapatkan oleh pembacaan sensor yang dilakukan oleh Raspberry Pi mempunyai keakurasian yang cukup baik sebesar $\pm 2^0$ C untuk suhu, $\pm 5\%$ RH untuk kelembaban, dan $\pm 4,3$ Lux untuk intensitas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik.

Kata kunci: Sensor LDR, DHT11, LCD 16x2, Raspberry Pi, Database

PENDAHULUAN

Lingkungan merupakan suatu sistem yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme. Dalam kehidupan

di bumi ini faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya merupakan sebuah unsur yang sangat mempengaruhi manusia, hewan dan tumbuhan untuk dapat beradaptasi dengan lingkungannya. Faktor-

faktor ini terkandung di dalam udara [1]. Demi menunjang kehidupannya, manusia melakukan berbagai kondisi dan aktivitas yang umumnya menghasilkan dan mengeluarkan zat, energi, dan/atau komponen lain ke udara. Dampak dari berbagai aktivitas tersebut akan menimbulkan terjadinya pencemaran udara.

Pencemaran udara di lingkungan akan berbeda pada suatu tempat dengan tempat yang lain karena adanya kondisi suhu, kelembaban dan pencahayaan yang akan membawa pengaruh besar dalam penyebaran pencemaran, baik dalam skala lokal (lingkungan tersebut) atau skala regional (lingkungan dan sekitarnya). Efek yang ditimbulkan dari hasil pencemaran udara ini memberikan dampak yang merugikan bagi lingkungan, kesehatan manusia, dan berbagai makhluk hidup di bumi. Pencemaran udara merupakan gangguan yang paling banyak dikeluhkan oleh masyarakat. Terhitung di tahun 2014, sebanyak 14,60 persen desa di Indonesia mengalami pencemaran udara [2].

Suhu dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer yang lebih rendah dan tidak menyebar. Suhu yang menurun pada permukaan bumi dapat menyebabkan peningkatan kelembaban udara relatif sehingga akan meningkatkan efek korosif bahan pencemar. Suhu udara yang tinggi akan menyebabkan bahan pencemar dalam udara berbentuk partikel menjadi kering dan ringan sehingga bertahan lebih lama di udara, terutama pada musim kemarau dimana hujan jarang turun [3].

Kelembaban udara menyatakan banyaknya uap air dalam udara yang dapat menyerap radiasi bumi sehingga berperan untuk pengaturan suhu udara. Ketika udara tidak bisa menahan semua kelembaban maka terbentuk kabut (*fog*) yang akan menghalangi matahari memanasi permukaan bumi sehingga memperpanjang waktu kejadian pencemaran udara [4], sedangkan intensitas cahaya berpengaruh pada faktor fisiologis, biokimia dan perilaku makhluk hidup. Cahaya merupakan modulator lingkungan yang

penting untuk pola pertumbuhan untuk tanaman. Bagi hewan, cahaya dapat digunakan sebagai reseptor untuk berkembang biak. Manusia dipengaruhi secara psikologis dan fisiologis dengan spektrum yang berbeda yang disediakan oleh berbagai jenis cahaya. Bila intensitas cahaya yang diterima makhluk hidup tidak seimbang maka akan mengganggu aktivitas maupun pertumbuhan dari makhluk hidup yang ada di bumi [5]. Selain itu, bila terjadi ketidakseimbangan suhu, kelembaban dan intensitas cahaya yang terpapar menandakan bahwa telah terjadi efek rumah kaca [6]. Agar parameter-parameter lingkungan, seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya tersebut terjaga dalam keseimbangan yang baik, maka diperlukan pemantauan secara *real time*.

DASAR TEORI

Parameter Lingkungan

Suatu organisme tidak akan dapat tumbuh dan berkembang baik tanpa adanya lingkungan. Maka dari itu, faktor lingkungan memegang peranan penting dalam keberlangsungan hidup organisme di muka bumi. Faktor lingkungan tersebut terdiri dari berbagai macam parameter, diantaranya seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi manusia, hewan dan tumbuhan untuk dapat hidup dan berkembang.

Suhu

Suhu suatu benda ialah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan (transfer) panas ke benda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain tersebut. Dalam sistem dua benda, benda yang kehilangan panas dikatakan benda yang bersuhu lebih tinggi [7]. Suhu merupakan karakteristik yang dimiliki oleh suatu benda yang berhubungan dengan panas dan energi. Jika terjadi aliran panas pada suatu benda, maka suhu benda akan turun jika benda yang bersangkutan kehilangan panas. Sebaliknya,

suhu benda akan naik jika benda menerima panas. Akan tetapi hubungan antara satuan panas dengan satuan suhu tidak merupakan suatu konstanta, karena besar peningkatan suhu akibat penerimaan panas dalam jumlah tertentu akan dipengaruhi oleh daya tampung panas (*heat capacity*) yang dimiliki oleh benda penerima tersebut [8].

Kelembaban

Kelembaban udara merupakan salah satu unsur yang mempengaruhi kondisi atau keadaan cuaca dan iklim di suatu wilayah tertentu. Secara ilmiah, kelembaban merupakan jumlah kandungan uap air yang terkandung dalam massa udara pada suatu waktu dan tempat tertentu [9]. Kelembaban udara adalah banyaknya kandungan uap air di atmosfer. Kelembaban udara merupakan tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Uap air adalah suatu gas, yang tidak dapat dilihat, yang merupakan salah satu bagian dari atmosfer. Kabut dan awan adalah titik air atau butir-butir air yang melayang-layang di udara. Kabut melayang-layang dekat permukaan tanah, sedangkan awan melayang-layang di angkasa. Banyaknya uap air yang dikandung oleh udara tergantung pada temperatur. Makin tinggi temperatur makin banyak uap air yang dapat dikandung oleh udara [10].

Kelembaban tinggi dan debu dapat menyebabkan kontaminan biologis lainnya berkembang biak. Tingkat kelembaban relatif yang terlalu tinggi dapat mendukung pertumbuhan dan penyebaran polutan biologis penyebab penyakit, misalnya kegagalan untuk segera mengatasi kerusakan alat-alat yang berhubungan dengan air (biasanya dalam waktu 24 jam) atau kelalaian memelihara perlengkapan (alat pengatur kelembaban, refrigerator, dan perlengkapan ventilasi). Tingkat kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan iritasi membran mukosa, mata kering, dan gangguan sinus [11].

Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan salah satu sumber daya yang menghasilkan energi bagi kehidupan organisme. Energi cahaya yang sampai ke bumi adalah gelombang elektromagnetik radiasi cahaya matahari [12]. Cahaya adalah pancaran energi dari sebuah partikel yang dapat merangsang retina manusia dan menimbulkan sensasi visual. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, cahaya merupakan sinar atau terang dari suatu benda yang bersinar seperti bulan, matahari, dan lampu yang menyebabkan mata dapat menangkap bayangan dari benda-benda di sekitarnya [13].

Pada dasarnya terdapat dua jenis sumber cahaya, yaitu: cahaya alami dan cahaya buatan (*artificial lighting*). Cahaya alami merupakan cahaya yang berasal dari matahari, sedangkan cahaya buatan berasal dari lilin, lampu gas, lampu minyak, dan lain-lain. Kedua sumber cahaya ini mempunyai kelebihan dan kekurangan antara lain: sumber cahaya alami memiliki sifat tidak menentu, tergantung pada iklim, musim, dan cuaca. Sinar ultraviolet (UV) yang terkandung dalam cahaya alami dapat merusak struktur permukaan material, sedangkan cahaya buatan membutuhkan biaya tertentu, namun peletakan dan kestabilan cahaya dapat diatur [14].

Sensor

Sensor merupakan suatu peralatan yang dapat mendeteksi suatu bentuk gejala-gejala fisis berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi kimia, energi fisika, energi biologi, energi mekanik, dan sebagainya. Berdasarkan variabel yang diindranya, sensor dikategorikan ke dalam dua jenis yaitu: sensor fisika dan sensor kimia [15]. Sensor fisika merupakan jenis sensor yang mendeteksi suatu besaran berdasarkan hukum-hukum fisika, yaitu: seperti sensor cahaya, suara, gaya, kecepatan, percepatan, maupun sensor suhu, sedangkan jenis sensor kimia

merupakan sensor yang mendeteksi jumlah suatu zat kimia dengan jalan mengubah besaran kimia menjadi besaran listrik dimana di dalamnya dilibatkan beberapa reaksi kimia, seperti misalnya pada sensor pH, sensor oksigen, sensor ledakan, serta sensor gas [15]. Sensor merupakan sebuah perangkat yang berfungsi mendeteksi suatu bentuk gejala-gejala fisis yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi kimia, energi fisika, energi biologi, energi mekanik, dan sebagainya, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital [16].

Sensor Suhu dan Kelembaban

Pemantauan suhu dan kelembaban udara mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, misalnya pada sistem peringatan dini, prakiraan cuaca, maupun pengontrolan suatu proses. Dalam bidang industri pangan seperti kembang gula dan makanan ringan kering pemantauan suhu dan kelembaban udara pada tempat penyimpanannya sangat penting untuk dilakukan dalam menjaga mutu dari makanan tersebut. Kemudian, pemantauan suhu dan kelembaban udara di rumah kaca juga diperlukan karena suhu dan kelembaban udara merupakan faktor-faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman [17].

Sensor DHT11 merupakan sensor digital, sensor ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan. DHT11 memiliki tiga buah pin yaitu VCC, data dan ground. Sensor ini bekerja pada rentang sumber daya 3,3V sampai 5V. DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-*interference*. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter. Sensor DHT11 ini mempunyai spesifikasi antara lain :

a. Pasokan *Voltage*: 3,3 - 5 V

- b. Rentang temperatur :0-50 ° C kesalahan $\pm 2^\circ$ C
 - c. Rentang Kelembaban :20-90% RH $\pm 5\%$ RH error
 - d. *Interface*: Digital
- Sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sensor suhu dan kelembaban DHT 11 [18]

Sensor Intensitas Cahaya

Sensor cahaya adalah alat yang digunakan dalam bidang elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan suatu jenis resistor yang peka terhadap cahaya. Nilai resistansi LDR akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Jika LDR tidak terkena cahaya maka nilai tahanan akan menjadi besar (sekitar 10M Ω) dan jika terkena cahaya nilai tahanan akan menjadi kecil (sekitar 1k Ω) [19]. Gambar 2 menunjukkan sensor cahaya LDR.



Gambar 2. Sensor cahaya LDR [19]

Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah *micro* komputer yang berukuran sebesar kartu kredit yang dapat digunakan untuk banyak hal seperti yang komputer bisa lakukan, seperti *spreadsheets*, *word processing*, permainan, dan juga pemrograman. Raspberry Pi juga bisa digunakan untuk pengontrolan lebih dari satu

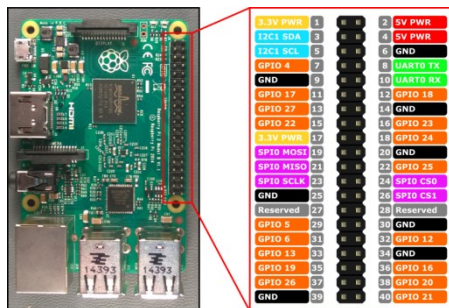
device, baik jarak dekat ataupun jarak jauh. Berbeda dengan mikrokontroler, Raspberry Pi dapat mengontrol lebih dari 1 unit device yang ingin dikontrol. Untuk pengontrolan unit device yang akan dikontrol, Raspberry Pi menggunakan bahasa Python sebagai bahasa pemrogramannya. Gambar 3 menunjukkan tampilan Board Raspberry Pi [20].



Gambar 3. Tampilan board Raspberry Pi [20]

GPIO Raspberry Pi

Salah satu fitur dari Raspberry Pi adalah pin *General Purpose Input/Output* (GPIO) yang terletak di salah satu sudut papan, pin-pin GPIO ini adalah penghubung



antara Raspberry Pi dengan dunia luar. Pin GPIO sendiri berjumlah 40 buah pin untuk jenis raspberry pi terbaru. pin-pin GPIO dapat diprogram untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan piranti lain [21]. Letak pin GPIO dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. GPIO Raspberry pi [21]

RANCANGAN DAN REALISASI

Deskripsi Alat

Sistem ini digunakan untuk pengukuran parameter lingkungan yang terdiri

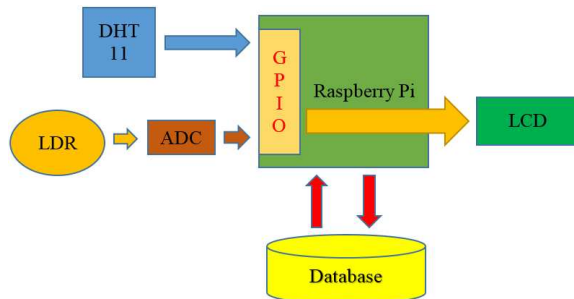
dari suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai node. Pada system ini terdiri dari sebuah rangkaian sensor LDR untuk mengukur cahaya yang dihubungkan oleh resistor sebesar 10K dan ADC MCP3008, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, dan penampil antarmuka LCD 16 x 2. Seluruh rangkaian Sensor akan dirangkai pada papan PCB yang akan dihubungkan oleh pin *General Purpose Input/Output* (GPIO) yang terdapat pada Raspberry Pi guna menghasilkan proses pembacaan masing-masing dari sensor. Kemudian hasil akuisisi data dari pembacaan sensor masing-masing akan tersimpan pada database yang akan memudahkan kita dalam memonitoring hasil akuisisi data setiap waktu.

Diagram Blok Sistem

Sistem pengukuran parameter lingkungan ini terdiri dari sensor LDR untuk mengukur cahaya yang mempunyai keluaran sinyal analog. Sensor LDR tersebut membutuhkan ADC agar keluaran yang dihasilkan diubah menjadi sinyal digital, karena pada Raspberry Pi sendiri tidak mempunyai pengubah sinyal analog menjadi digital. ADC yang digunakan adalah MCP3008 yaitu sebesar 10 bit. Selain itu sistem ini terdapat sensor DHT11 yang merupakan sensor digital sehingga tidak dibutuhkan ADC untuk mengubah keluaran sinyal, sehingga keluaran dari sensor DHT11 dapat langsung diproses menjadi sinyal digital. Seluruh rangkaian sensor tersebut akan dihubungkan pada pin GPIO Raspberry pi yang akan di proses menjadi sistem akuisisi data.

Kemudian hasil dari akuisisi data pembacaan sensor tersebut akan di simpan dalam database yang memudahkan dalam memonitoring hasil akuisisi data pembacaan sensor setiap waktunya, dan juga untuk memudahkan dalam proses pemantauan dilapangan digunakan LCD 16x2 yang mampu menampilkan hasil akuisisi data pembacaan

sensor. Gambar 5 menunjukkan diagram blok pengukuran parameter lingkungan.



Gambar 5. Diagram blok pengukuran parameter lingkungan

Sistem monitoring akuisis data ini dirancang dan akan diletakkan di daerah yang akan diukur suhu, kelembaban dan intensitas cahayanya. Selain itu, sistem ini juga akan menyimpan hasil akuisisi data pada database. Sistem dirancang untuk memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

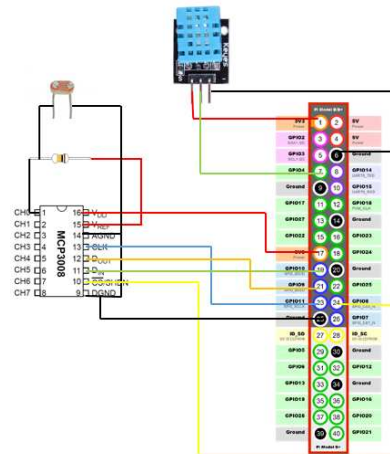
- Mampu bekerja 24 jam.
- Menggunakan daya kecil, kurang dari 1 watt.
- Mampu membaca parameter lingkungan, yang berupa suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.
- Mampu menyimpan data secara terus menerus secara (*real time*).

Untuk mendapatkan spesifikasi sistem seperti yang disebutkan sebelumnya, maka digunakan komponen-komponen sebagai berikut:

- Raspberry pi : membaca data dari semua modul yang terhubung serta mengatur keseluruhan kerja sistem akuisisi data.
- Sensor LDR : pengukuran besarnya intensitas.
- Sensor DHT11 : pengukuran suhu dan kelembaban.
- MCP3008 : mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital.
- Resistor 10K : sebagai hambatan untuk menghambat arus yang masuk pada ADC.

Perancangan Sistem Sensor

Pada perancangan ini parameter yang diukur diantaranya: suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya menggunakan sensor DHT11, LDR, Resistor 10K, dan ADC MCP3008. Skema rangkaian sensor dapat dilihat pada Gambar 6 dan penghubungan pin pada rangkaian sensor ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 6. Skema Rangkaian Sensor

Tabel 1. Hubungan pin sensor DHT11 dengan GPIO

| ADC MCP3008 | | GPIO | |
|-------------|---------|---------|---------|
| Pin | Jenis | Pin | Jenis |
| 16 | VDD | 17 | 3,3 V |
| 15 | VREF | 17 | 3,3 V |
| 14 | AGND | 25 | GROUND |
| 13 | CLK | 23 | GPIO 11 |
| 12 | OUT | 21 | GPIO 09 |
| 11 | DIN | 19 | GPIO 10 |
| 10 | CS/SHDN | 24 | GPIO 08 |
| 9 | DGND | 25 | GROUND |
| DHT 11 | | GPIO | |
| Jenis | Pin | Jenis | Pin |
| VCC + | 1 | 3,3 V | 17 |
| OUT | 7 | GPIO 04 | 21 |
| GROUND | 4 | GROUND | 25 |

Ketika seluruh pin telah terhubung oleh GPIO selanjutnya

Penghubungan pin yang terdapat pada Raspberry Pi :

- a. Untuk mengoprasikan sensor DHT11:
 1. sudo apt-get install git-core
 2. git clone https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_DHT.git
 3. cd Adafruit_Python_DHT
 4. sudo apt-get install build-essential python-dev
 5. sudo python setup.py install
- b. Untuk mengoprasikan sensor LDR dan MCP3008:
 1. git clone <https://github.com/doceme/py-spidev.git>
 2. cd /home/pispidew-3.2
 3. sudo python setup.py install

Setelah seluruh modul sensor terdownload, langkah yang dilakukan adalah membuat script python untuk mendapatkan hasil akuisisi data sensor. *Script program python* sebagai berikut:

```
import Adafruit_DHT
import time
import os
import sys
import spidev
import datetime

spi = spidev.SpiDev()
spi.open(0,0)

def ReadChannel(channel):
    adc = spi.xfer2([1,(8+channel)<<4,0])
    data = ((adc[1]&3) << 8) + adc[2]
    return data

def ConvertVolts(data,place):
    volts = (data * 3.3) / float(1023)
    volts = round(volts,place)
    return volts

#hasil karakterisasi Sensor LDR dengan Lux
Meter
A= 22233098907
B= -3.2

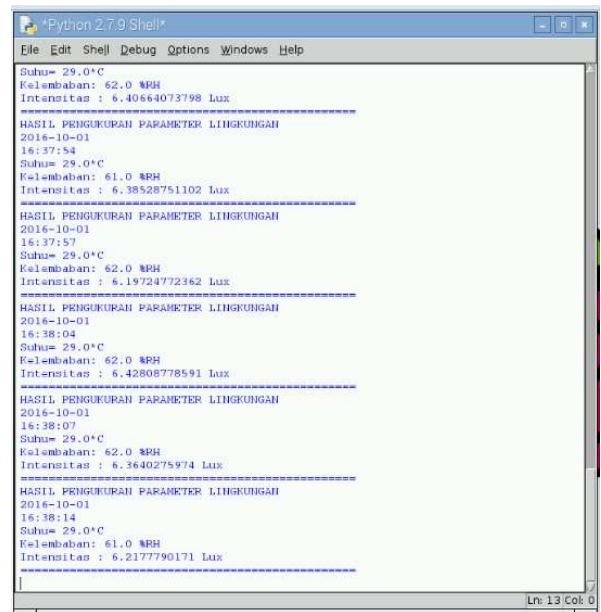
#Sensor LDR terletak pada Channel 0 MCP3008
(pin 1)
ldr = 0

while True:

#Hasil pembacaan sensor
    ldr_value = ReadChannel(ldr)
    ldr_volts = ConvertVolts(ldr_value,2)
    intensitas = (A * (ldr_value ** B))
    hum, temp = Adafruit_DHT.read_retry(11, 4)
```

Selanjutnya program tersebut kemudian dijalankan dengan cara menyimpan terlebih dahulu sesuai nama yang diinginkan, setelah disimpan program tersebut dapat dijalankan dengan cara menekan tombol F5

atau dengan mengetik pada terminal yang terdapat pada Raspberry Pi dengan code `sudo python (nama file).py`. Kemudian setelah program berjalan maka akan tampil hasil dari akuisisi data sensor yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil akuisisi data pada terminal SSH

Karakterisasi Sensor LDR

Persamaan yang didapat sesuai dengan persamaan $y = mx + C$ yaitu $y = -3,1787x + 10,347$. Untuk mengkonversi hasil yang didapat dalam pembacaan bit ADC menjadi satuan lux digunakan persamaan berikut:

$$\text{Log}_{10}(\text{Intensitas}) = m \times \text{Log}_{10}(\text{ADC}) + C$$

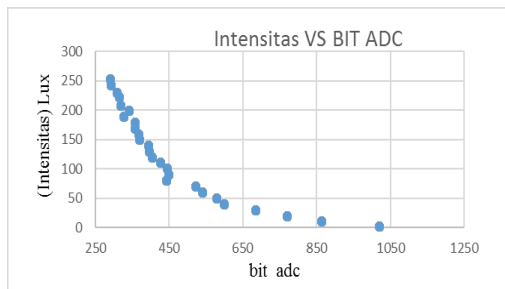
$$10^{\text{Log}_{10}(\text{Intensitas})} = 10^{m \times \text{Log}_{10}(\text{ADC}) + C}$$

$$\text{Intensitas} = 10^{m \times \text{Log}_{10}(\text{ADC})} \times 10^C$$

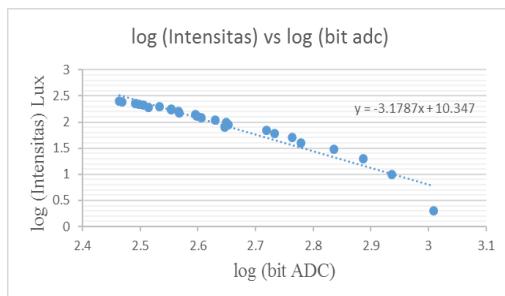
$$\text{Intensitas} = 10^{(\text{Log}_{10}(\text{ADC}))^m} \times 10^C$$

$$\text{Intensitas} = \text{ADC}^m \times 10^C$$

$$\text{Intensitas} = \text{ADC}^{-3.1787} \times 10^{10.347}$$



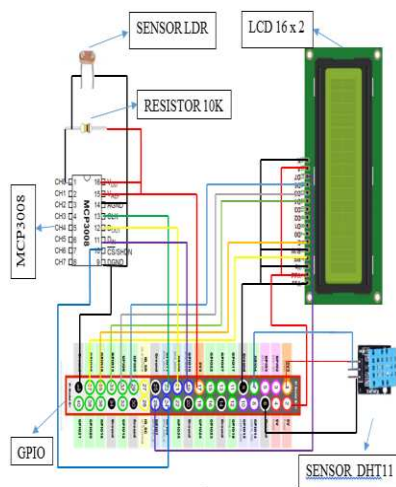
Gambar 8. Hubungan Intensitas dan Bit ADC



Gambar 9. Hubungan log (intensitas) luxmeter dan log (bit ADC)

Perancangan Keseluruhan Alat

Setelah rangkaian sensor terhubung dengan sempurna ditambahkan antarmuka dengan menggunakan LCD 16x2 untuk memonitoring hasil pembacaan parameter lingkungan berupa suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang dilakukan oleh sensor dan di proses oleh raspberry Pi yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rancangan keseluruhan rangkaian dengan LCD 16x2

Penghubungan pin LCD 16x2 dengan Raspberry Pi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan pin LCD 16x2 dengan GPIO

| LCD 16 x 2 | | GPIO | |
|------------|--------|-----------------|---------|
| Pin | Jenis | Pin | Jenis |
| 1 | GROUND | 9 | GROUND |
| 2 | VCC | 2 | 5 V |
| 3 | VEE | 9 | GROUND |
| 4 | RS | 37 | GPIO 26 |
| 5 | R/W | 9 | GROUND |
| 6 | EN | 35 | GPIO |
| 7 | DB0 | Tidak terhubung | |
| 8 | DB1 | Tidak terhubung | |
| 9 | DB2 | Tidak terhubung | |
| 10 | DB3 | Tidak terhubung | |
| 11 | DB4 | 33 | GPIO 13 |
| 12 | DB5 | 31 | GPIO 06 |
| 13 | DB6 | 29 | GPIO 05 |
| 14 | DB7 | 26 | GPIO 07 |
| 15 | Led + | 2 | 5 V |
| 16 | Led - | 9 | GROUND |

Setelah keseluruhan alat telah terhubung maka untuk mengoperasikan Layar LCD diperlukan modul yang dapat di download lewat terminal pada Raspberry Pi agar LCD siap digunakan berikut langkah-langkah yang harus dilakukan:

1. `sudo apt-get install python-pip`
2. `sudo pip install RPLCD`

Setelah Modul LCD 16x2 terdownload dibuatlah suatu script program guna menampilkan hasil pembacaan sensor pada layar LCD, Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu Python. Berikut adalah *script* python yang digunakan:

```
import Adafruit_DHT
import time
import os
import sys
from RPLCD import CharLCD
```



```
import spidev
import datetime

spi = spidev.SpiDev()
spi.open(0,0)

def ReadChannel(channel):
    adc = spi.xfer2([1, (8+channel)<<4,0])
    data = ((adc[1]&3) << 8) + adc[2]
    return data

def ConvertVolts(data,place):
    volts = (data * 3.3) / float(1023)
    volts = round(volts,place)
    return volts

#hasil karakterisasi Sensor LDR dengan Lux
Meter
A= 22233098907
B= -3.2

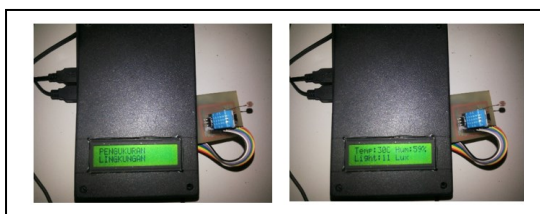
#Sensor LDR terletak pada Channel 0 MCP3008
(pin 1)
ldr = 0

#Konfigurasi pin pada LCD
lcd = CharLCD(cols=16, rows=2, pin_rs=37,
pin_e=35, pins_data=[33, 31, 29, 12])

while True:
#Hasil pembacaan sensor
    ldr_value = ReadChannel(ldr)
    ldr_volts = ConvertVolts(ldr_value,2)
    hum, temp = Adafruit_DHT.read_retry(11, 4)
    intensitas = (A * (ldr_value ** B))
    date = os.system('date')
    jam = time.strftime("%H:%M:%S",
time.localtime())
    hari = time.strftime("%Y-%m-%d",
time.localtime())
#Menampilkan Hasil pembacaan sensor kedalam LCD
    lcd.cursor_pos = (0,0)
    lcd.write_string("Temp:%dC " % temp)

    lcd.cursor_pos = (0,9)
    lcd.write_string("Hum:%d%" % hum)

    lcd.cursor_pos = (1,0)
    lcd.write_string("Light:%d Lux" %
intensitas)
    time.sleep(1)
    lcd.clear()
    time.sleep(0.1)
    lcd.cursor_pos = (0,0)
    lcd.write_string("PENGUKURAN")
    lcd.cursor_pos = (1,0)
    lcd.write_string("LINGKUNGAN")
    time.sleep(0.1)
```



Gambar 11. Hasil akuisisi data pada LCD 16x2

Perancangan Database

Perancangan database berguna untuk memantau hasil pembacaan akuisisi data setiap waktu secara *real time*, prinsipnya yaitu ketika hasil akuisisi data yang dihasilkan oleh Raspberry Pi dan sensor-sensor yang terhubung (*Node*) akan mengirimkan hasil akuisisi data kedalam database sehingga dapat dengan mudah memantau hasil akuisisi data setiap waktunya, dan semuanya akan terekam secara detail baik tanggal, waktu, serta parameter pengukurannya. Kemudian tahap selanjutnya adalah membuat skript program python agar hasil akuisisi data yang dihasilkan oleh Raspberry pi dan sensor-sensor (*Node*) dapat tersimpan pada database. Berikut adalah skript program python yang dapat ditambahkan pada program pembacaan sensor sebelumnya.

```
import MySQLdb
#Pengiriman Data Base MYSQL
db =
MySQLdb.connect("localhost","root","12345678","
Monitoring")

while True:
#Menampilkan Hasil pembacaan sensor kedalam
MYSQL PHPMYADMIN
sql =("INSERT INTO Hasil_Pengukuran
(Suhu,Kelembaban,Intensitas)
VALUES(%s,%s,%s)" % \
(temp,hum,intensitas))
cursor = db.cursor()

try:
    cursor.execute(sql)
    db.commit()
except:
    db.rollback()
```

| Tanggal dan Waktu | Suhu | Kelembaban | Intensitas |
|---------------------|------|------------|------------|
| 2016-10-01 13:59:21 | 29 | 69 | 11 |
| 2016-10-01 13:59:36 | 29 | 69 | 10 |
| 2016-10-01 13:59:44 | 29 | 69 | 11 |
| 2016-10-01 13:59:46 | 29 | 68 | 11 |
| 2016-10-01 13:59:51 | 29 | 68 | 11 |
| 2016-10-01 13:59:54 | 29 | 69 | 11 |
| 2016-10-01 14:00:01 | 29 | 69 | 11 |
| 2016-10-01 14:00:04 | 29 | 68 | 11 |
| 2016-10-01 14:00:08 | 29 | 68 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:11 | 29 | 69 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:13 | 29 | 68 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:16 | 29 | 68 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:18 | 29 | 68 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:21 | 29 | 69 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:26 | 29 | 68 | 10 |
| 2016-10-01 14:00:28 | 29 | 69 | 10 |

Gambar 12. Hasil akuisisi data pada database

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran parameter lingkungan ini menggunakan sensor LDR yang menghasilkan sinyal analog untuk kemudian diubah menjadi sinyal digital dan sensor DHT11 yang merupakan sensor dengan keluaran sinyal digital. Kedua sensor tersebut dihubungkan dengan Raspberry Pi sebagai node. Hasil dari pengukuran dengan sensor-sensor tersebut diakuisisi dengan Raspberry Pi yang ditampilkan pada LCD, dan disimpan pada database untuk memudahkan dalam melakukan pengukuran parameter lingkungan setiap waktunya.

Hasil Pengujian Akuisisi data Sensor

Pengujian ini diawali dengan perangkaian sensor DHT 11, sensor LDR, Resistor 10K, dan MCP3008 yang diletakan dalam satu rangkaian PCB kemudian dihubungkan dengan pin GPIO yang ada pada Raspberry Pi. Setelah rangkaian Sensor tersusun dan terhubung pada GPIO proses selanjutnya adalah pembacaan data dari sensor yang dilakukan oleh Raspberry Pi melalui pin GPIO. Dalam pembacaan sensor DHT 11 data yang akan diakuisisi adalah Perubahan Suhu, dan Kelembaban. Sensor DHT 11 adalah sebuah modul yang telah terkalibrasi sehingga keluaran yang dihasilkan adalah sinyal digital. Berdasarkan *datasheet* DHT 11 memiliki rentang pengukuran suhu dari 0⁰ sampai 50⁰ C, sedangkan untuk pengukuran kelembaban memiliki rentang nilai dari 20% sampai 90% RH. Dengan tingkat ketelitian sebesar $\pm 2^0$ C untuk suhu, dan $\pm 5\%$ RH untuk kelembaban. Dalam proses pengambilan akuisisi data pada lingkungan menggunakan sensor DHT 11 dan hasil pengambilan data pada alat standar sebagai data pembanding besarnya suhu yang dapat dilihat pada Tabel 3. Tampak bahwa error yang dimiliki oleh sensor DHT 11 sesuai dengan yang tertera pada *Datasheet*.

Tabel 3. Kelembaban dan suhu yang diukur menggunakan sensor DHT11 dan alat standar

| No | Kelembaban % RH | Suhu (Celcius) | Alat standar (Celcius) |
|----|-----------------|----------------|------------------------|
| 1 | 74 | 27 | 29 |
| 2 | 73 | 27 | 29 |
| 3 | 72 | 28 | 29 |
| 4 | 73 | 28 | 30 |
| 5 | 74 | 28 | 30 |
| 6 | 72 | 29 | 31 |
| 7 | 73 | 29 | 31 |
| 8 | 73 | 30 | 32 |
| 9 | 74 | 31 | 32 |
| 10 | 72 | 31 | 33 |

Dalam menentukan besarnya intensitas cahaya di lingkungan digunakan sensor LDR yang berfungsi sebagai penerima perubahan intensitas cahaya, prinsipnya ketika sensor LDR terkena cahaya dengan inensitas yang tinggi maka resistansi pada LDR akan menurun, begitupun sebaliknya jika sensor LDR menerima intensitas cahaya yang rendah maka resistansi akan naik. Dalam menentukan besarnya Intensitas cahaya dengan sensor LDR membutuhkan ADC. ADC yang digunakan yaitu 10 bit dengan jenis MCP3008 guna mengubah keluaran sinyal analog sensor LDR menjadi Digital. Setelah sensor LDR dirangkai menjadi satu dengan ADC kemudian dilakukan karakterisasi agar keluaran yang dihasilkan menjadi satuan Lux. Hasil karakterisasi sensor LDR dan Lux meter yang dapat dilihat pada Tabel 4. Dapat dilihat perbandingan hasil akuisisi data yang diperoleh antara Lux meter dan sensor LDR dengan pengambilan data dilakukan secara acak, dikarenakan sulitnya untuk mencari besarnya intensitas secara berurutan dengan skala tertentu. Hasil perbandingan akuisisi data sensor LDR dengan Lux meter didapatkan akurasi yang cukup baik yaitu sebesar $\pm 4,3$.

Tabel 4. Intensitas cahaya yang diukur menggunakan Lux Meter dan LDR

| No | Lux Meter (Lux) | LDR (Lux) |
|----|-----------------|-----------|
| 1 | 2 | 6 |
| 2 | 10 | 10 |
| 3 | 20 | 14 |
| 4 | 40 | 32 |
| 5 | 80 | 86 |
| 6 | 120 | 115 |
| 7 | 150 | 152 |
| 8 | 159 | 155 |
| 9 | 169 | 169 |
| 10 | 199 | 197 |

Dari pada Tabel 4 dapat dibuat grafik perbandingan antara Lux meter dengan Sensor LDR, seperti tampak pada Gambar 13. Pada gambar tersebut grafik Lux meter ditunjukkan pada sumbu-x, sedangkan sensor LDR ditunjukkan pada sumbu-y, dimana pada grafik tersebut menunjukkan hasil yang linier. Besar kenaikan pengukuran antara sensor LDR dan Lux meter hanya memiliki selisih pengukuran yang tidak terpaut jauh, atau dengan kata lain cukup akurat.



Gambar 13. Perbandingan Lux meter dan sensor LDR

Hasil Penampil Data pada Terminal SSH dan Database

Hasil akuisisi data yang diterima dan diproses oleh Raspberry Pi selanjutnya akan ditampilkan pada LCD 16 x 2. Dengan demikian proses monitoring parameter lingkungan akan jauh lebih mudah karena tidak memakai layar monitor yang ukurannya cukup besar. Dalam penyimpanan akuisisi data pada database didapatkan data pengiriman yang cukup akurat antara terminal SSH yang terdapat pada Raspberry Pi dengan database. Hasil akuisisi data pada terminal SSH dapat dilihat pada Gambar 14, sedangkan hasil akuisisi data base sebagai pembandingan ditunjukkan pada Gambar 15.

```

HASIL PENGUKURAN PARAMETER LINGKUNGAN
2016-10-02
22:50:54
Suhu= 28.0°C
Kelembaban: 73.0 %RH
Intensitas : 11.1359652292 Lux
=====
HASIL PENGUKURAN PARAMETER LINGKUNGAN
2016-10-02
22:50:59
Suhu= 28.0°C
Kelembaban: 73.0 %RH
Intensitas : 10.9177530453 Lux
=====
HASIL PENGUKURAN PARAMETER LINGKUNGAN
2016-10-02
22:51:01
Suhu= 28.0°C
Kelembaban: 73.0 %RH
Intensitas : 10.9177530453 Lux
=====
HASIL PENGUKURAN PARAMETER LINGKUNGAN
2016-10-02
22:51:04
Suhu= 29.0°C
Kelembaban: 73.0 %RH
Intensitas : 11.0479994902 Lux
=====

```

Gambar 14. Hasil akuisisi data pada terminal SSH

| Tanggal dan Waktu | Suhu | Kelembaban | Intensitas |
|---------------------|------|------------|------------|
| 2016-10-02 22:50:55 | 28 | 74 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:00 | 28 | 73 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:03 | 29 | 72 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:05 | 28 | 73 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:10 | 28 | 74 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:18 | 29 | 72 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:23 | 29 | 73 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:30 | 28 | 74 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:40 | 29 | 73 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:43 | 28 | 74 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:48 | 28 | 74 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:53 | 29 | 72 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:55 | 29 | 73 | 11 |
| 2016-10-02 22:51:57 | 28 | 74 | 11 |

Gambar 15. Hasil akuisisi data pada database

KESIMPULAN

Sistem monitoring pengukuran parameter lingkungan dapat direalisasikan dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai node. Aplikasi akuisisi data sistem monitoring pengukuran parameter lingkungan dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python yang kemudian ditampilkan pada antarmuka LCD 16x2 yang lebih mudah untuk dipahami. Hasil pembacaan Pengukuran parameter lingkungan dengan Raspberry Pi sebagai node, menunjukkan data yang didapat pada sensor ldr sebagai sensor yang dapat menerima besarnya intensitas cahaya didapatkan keakuratan yang cukup baik yaitu $\pm 4,3$ Lux, dan pada sensor DHT11 sebagai sensor yang mampu menangkap hasil perubahan suhu dan kelembaban mempunyai rentang pengukuran dari 0° sampai 50° C untuk suhu, dan nilai dari 20% sampai 90% RH untuk kelembaban dengan tingkat keakuratan $\pm 2^{\circ}$ C untuk suhu, dan $\pm 5\%$ RH untuk kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sandybiology (2016) *Living in the Environmental: Environmental Factors*

- and Their Influence, Chapter 7, https://sandybiology1-2.wikispaces.com/file/view/student_text-07.pdf, diakses pada 06 Mei 2016.
- [2] Badan Pusat Statistik (2014) *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*, Katalog BPS, No. 33050001, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- [3] Achmadi (1993) *Pengukuran Dampak Kesehatan (Penyakit) Akibat Perubahan Lingkungan*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- [4] Mukono, H. J (1997) *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- [5] Lawton, J. S. (2009) *Artifial Light in the Environment*, The Royal Commission of Environmental Pollution, The Stationery Office Limited, United Kingdom.
- [6] Hariadi, T. K. (2007) *Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban dan Cahaya dalam Rumah Kaca*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 82.
- [7] Yani, S. A. (2009) *Suhu Udara Jawa Tengah*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- [8] Lakitan, B., 2002, *Dasar Dasar Klimatologi*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [9] Sutanto, R. (2005) *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Kanisius, Yogyakarta.
- [10] Hardjodinomo, S. (1975) *Ilmu Iklim dan Pengairan*, Binacipta, Bandung.
- [11] Environmental Protection Agency (1991) *Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick Building Syndrome (SBS)*, Environmental Protection Agency, United States.
- [12] Susanto, P. (2000) *Pengantar Ekologi Hewan*, Depdiknas, Jakarta.
- [13] DiLaura, D., Houser, K., Mistrick, R., dan Steffy, G. (2000) *Lightning Handbook*, IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), New York.

- [14] Malvino, A. P. (1996) *Prinsip – prinsip Elektronika* (Terjemahan), Erlangga, Jakarta.
- [15] Fraden, J. (1996) *Handbook of Modern Sensors*, Springer Verlag, New York.
- [16] Setiawan, I. (2009) *Buku Ajar: Sensor dan Transduser*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- [17] Waluyaningsih, C.T. (2008) *Pengelompokan Makhluk Hidup*, <http://bio-redaksi.blogspot.com/> diakses pada tanggal 15 Agustus 2016
- [18] Syam, R. (2013) *Seri Buku Ajar: Dasar Dasar Teknik Sensor*, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [19] Novianti, K., Lubis, C., dan Tony, T. (2012) *Perancangan prototipe Sistem Penerangan Otomatis Ruangan Berjendela Berdasarkan Intensitas Cahaya*, Seminar Nasional Teknologi Informasi, Universitas Tarumanegara.
- [20] Richardson, M., dan Wallace, S. (2013) *Getting Started with Raspberry Pi*, Sebastopol, O'Reilly Media, California.
- [21] Rakhman, E. (2014) *Raspberry PI mikrokontroler mungil yang serba bisa*. Andi Offset : Yogyakarta